

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-227036

(P2000-227036A)

(43) 公開日 平成12年8月15日 (2000.8.15)

(51) Int.Cl.
F 02 D 41/02
41/34
F 02 P 5/152
5/153

識別記号
3 0 1

F 1
F 02 D 41/02
41/34
F 02 P 5/15

3 0 1 A 3 G 0 2 2
H 3 G 3 0 1
D

マーク (参考)

審査請求 未請求 開求項の数11 OL (全12頁)

(21) 出願番号 特願平11-27636
(22) 出願日 平成11年2月4日 (1999.2.4)

(71) 出願人 000003137
マツダ株式会社
広島県安芸郡府中町新地3番1号
(72) 発明者 田宮 清孝
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内
(72) 発明者 今田 道宏
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内
(74) 代理人 100053013
弁理士 福岡 正明

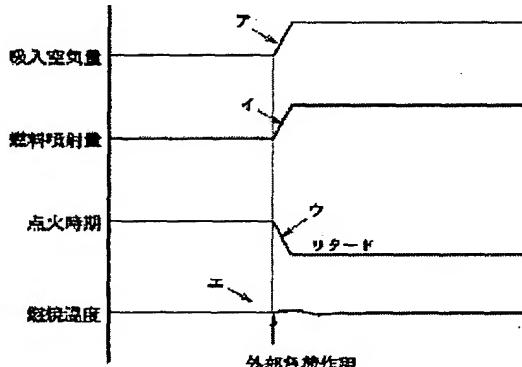
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 火花点火式直噴エンジンの制御装置

(55) 【要約】

【課題】 低負荷領域で成層燃焼運転が行なわれ、かつ所定の運転領域で空燃比を理論空燃比に制御するフィードバック制御が行なわれるエンジンにおいて、インジェクタの微小パルス幅領域におけるパルス幅に対する噴射量の特性を学習し、上記成層燃焼運転における燃料制御を精度よく行なうことを課題とする。

【解決手段】 フィードバック制御中に燃料噴射を複数回に分割して噴射する分割噴射を実行し、そのときの各噴射パルスのパルス幅とトータルの燃料供給量とから1噴射パルスについての微小パルス幅に対する噴射量を学習すると共に、この分割噴射による学習制御中、燃焼温度を一定に保持するための点火時期の補正制御を行うことにより、上記微小パルス幅領域での噴射特性として高精度のものを得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼室に燃料を直接噴射するインジェクタと、該インジェクタからの燃料噴射量を駆動信号のパルス幅に換算してインジェクタに出力するインジェクタ駆動手段とが備えられ、かつ低負荷領域に空燃比を理論空燃比よりリーンに設定して運転するリーン運転領域が設けられた火花点火式直噴エンジンの制御装置であって、排気ガス中の残存酸素濃度を検出するO₂センサからの信号に基づいて上記インジェクタによる燃料噴射量を制御することにより空燃比を理論空燃比またはこれに近い値にフィードバック制御するフィードバック制御手段と、該手段によりフィードバック制御が行われる低負荷領域内の特定運転領域で、上記インジェクタによる燃料噴射を吸気行程から圧縮行程にわたる期間内に複数回に分割して行なわせる分割噴射手段と、該手段により分割噴射を行っているときの上記フィードバック制御手段による制御量に基づき、1回の噴射についてのパルス幅と燃料噴射量との対応関係を学習する学習手段と、該手段により学習を行っている間、燃焼温度がほぼ一定に保持されるように点火時期を補正する点火時期補正手段とが備えられていることを特徴とする火花点火式直噴エンジンの制御装置。

【請求項2】 点火時期補正手段は、吸入空気量の増大時に点火時期をリタード側に補正することを特徴とする請求項1に記載の火花点火式直噴エンジンの制御装置。

【請求項3】 分割噴射手段は、インジェクタによる燃料噴射を吸気行程の前半と圧縮行程の前半とに分割して行なわせることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の火花点火式直噴エンジンの制御装置。

【請求項4】 特定運転領域は、エンジン温度が所定温度以上の低負荷低回転領域での定常運転領域であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の火花点火式直噴エンジンの制御装置。

【請求項5】 低負荷低回転領域は、無負荷、低回転の領域であることを特徴とする請求項4に記載の火花点火式直噴エンジンの制御装置。

【請求項6】 無負荷、低回転領域でエンジンに作用する外部負荷の増大を検出する外部負荷増大検出手段を備え、点火時期補正手段は、該手段により外部負荷の増大を検出したときに燃焼温度をほぼ一定に保持するように点火時期を補正することを特徴とする請求項5に記載の火花点火式直噴エンジンの制御装置。

【請求項7】 無負荷、低回転領域での点火時期補正手段による点火時期の補正是、最大トルク発生時期のリタード側のMBTよりさらにリタード側に設定した基準点火時期を中心とする一定範囲内で行うことを特徴とする請求項5に記載の火花点火式直噴エンジンの制御装置。

【請求項8】 点火時期補正手段による点火時期の補正是、最大トルク発生時期を含む一定範囲内で行うことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の火花点火式

直噴エンジンの制御装置。

【請求項9】 点火時期補正手段による点火時期の補正是、最大トルク発生時期のリタード側に設定した基準点火時期を中心として行うことを特徴とする請求項8に記載の火花点火式直噴エンジンの制御装置。

【請求項10】 分割噴射手段は、インジェクタによる燃料噴射を吸気行程中に複数回に分割して行なわせることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の火花点火式直噴エンジンの制御装置。

【請求項11】 空燃比をリーンに制御して運転するリーン運転領域は、圧縮行程で燃料を点火プラグ近傍に供給して燃焼させる成層燃焼運転領域であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の火花点火式直噴エンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、火花点火式直噴エンジンの制御装置、特に、インジェクタの微少パルス幅領域での学習補正制御に關し、エンジンの燃料噴射技術の分野に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、車両用等の火花点火式エンジンにおいては、燃焼方式として、燃費性能の向上を目的とした直噴成層燃焼方式が採用されることがある。この方式は、低負荷低回転時の所定の運転領域で、燃料を圧縮行程時にインジェクタから燃焼室内に直接噴射して点火プラグ近傍に所要濃度の混合気を形成することにより、混合気全体としての空燃比を理論空燃比より大幅にリーン化するものである。

【0003】一方、上記インジェクタは、運転状態に応じて設定された噴射時期に outputされる駆動信号の噴射パルスによって開弁されて燃料を噴射するようになっており、その噴射量は、該インジェクタの開弁時間、すなわち上記噴射パルスのパルス幅によって制御される。その場合に、各インジェクタは、噴射パルスのパルス幅に対する所定の噴射特性を有し、運転状態に応じて設定される目標噴射量をこの特性に従って噴射パルスのパルス幅に換算するのであるが、この特性は個々のインジェクタによってばらつきがあり、そこで、従来、各インジェクタごとにパルス幅と噴射量との関係を学習し、その学習結果に基づいて噴射特性を補正することが行なわれている。

【0004】この学習制御は、排気ガス中の残存酸素濃度に基づいて燃焼室に供給されている混合気の空燃比が理論空燃比よりリーン（酸素過剰状態）かリッチ（酸素不足状態）かを検出するO₂センサを用いた空燃比のフィードバック制御によって行われる。つまり、このフィードバック制御は、上記O₂センサからの信号に応じてインジェクタからの燃料噴射量を増減させることにより空燃比を理論空燃比（A/F = 14.7）に制御するも

のであるから、この制御により空燃比を理論空燃比に保持すれば、その値と別途測定されている吸入空気量から供給されている燃料の量を算出することができ、したがって、そのときにインジェクタに出力されている噴射バルスのバルス幅を読み取れば、そのバルス幅と噴射量との関係が判明するのである。

【0005】そして、これを複数の運転状態について行なうことにより、当該インジェクタのバルス幅に対する噴射量の特性が把握され、この特性に従って噴射バルスのバルス幅を算出することにより、燃料噴射量が目標値に正しく制御されることになるのである。

【0006】ところで、上記のようなインジェクタの噴射特性は、例えば図11に示すように、所定バルス幅P0以上の大部分の領域P1で直線的な相関を示し、これが当該インジェクタの基本特性Xとなるのであるが、上記所定バルス幅P0以下の微小バルス幅の領域P2では上記特性Xとは異なる特異な特性Yを示すのである。そして、前述のような成層燃焼が行われる運転領域、特にアイドル時等の低負荷領域での成層燃焼運転時には、噴射量がこの特異特性Yを示す領域P2に属することになるのである。

【0007】したがって、この成層燃焼領域で噴射量を精度よく制御しようとした場合、微小バルス幅領域P2におけるインジェクタの噴射特性（特異特性Y）を正しく学習しておくことが必要となるのであるが、上記の学習制御は、空燃比を理論空燃比に制御するフィードバック制御のもとで行なわれる所以、燃料噴射量の少ないアイドル状態で行なっても上記基本特性Xの領域P1内にしかデータが得られず、微小バルス幅領域P2での噴射特性Yを学習することができないという問題がある。

【0008】そして、この問題に対処するものとして、特開平6-214995号公報によれば、上記微小バルス幅領域P2に相当するサージ運転領域では、基本特性を示す領域とは異なる係数を用いて噴射量をバルス幅に変換すると共に、この変換係数を各気筒の発生トルクが等しくなるように補正するものが開示されている。

【0009】
【発明が解決しようとする課題】しかし、上記公報に開示された発明では、気筒間の相対的なトルクのばらつきが解消されるように各インジェクタの噴射特性が補正されるので、必ずしも各インジェクタごとに噴射量とバルス幅との絶対的な対応関係が求められるものではなく、また、この補正は、図11に示す微小バルス幅領域P2で行われることになるが、この領域P2では、噴射時期やバルス幅のごくわずかのずれが噴射量のばらつきに大きく影響するため、精度のよい補正が望めないのである。

【0010】一方、図12に示すように、この種のインジェクタAは、先端に噴口B'を有するバルブボディB内にニードル弁Cを軸方向にストローク可能に収納し、

これをスプリングDによって先端側に付勢して、その先端部C'を上記噴口B'の周囲の座面B"に着座させることにより該噴口B'を閉じると共に、ソレノイドEへの通電により、ニードル弁CをスプリングDの付勢力に抗してリフトさせて、先端部C'を上記座面B"から離反させることにより上記噴口B'を開くようにしたもので、このとき、加圧状態で供給されている燃料が上記噴口B'から噴射することになるが、このインジェクタAにおいては、上記ニードル弁Cのリフト時間、すなわちソレノイドEを通電させる噴射バルスのバルス幅が同一であっても、先端部の温度によって噴射量が変化するという問題がある。

【0011】つまり、上記バルブボディBとニードル弁Cとは熱膨張率が異なると共に、シリングヘッドに直接取り付けられるバルブボディBはニードル弁Cよりも燃焼温度の影響を受けやすく、そのため、ニードル弁Cのリフト時にその先端部C'と座面B"との間に生じる燃料通路の面積が燃焼温度によって相違することになり、その結果、噴射バルスのバルス幅が同一であっても、噴射量が異なることになるのである。

【0012】そこで、本発明は、低負荷低回転の所定の運転領域で直噴成層燃焼運転を行なう火花点火式エンジンにおいて、インジェクタの微小バルス幅領域における噴射特性の学習制御中、燃焼温度の変化を抑制して、この学習制御を良好に行ない、もって、成層燃焼運転における燃料噴射量を精度よく制御できるようにすることを課題とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は次のように構成したことを特徴とする。

【0014】まず、本願の請求項1の発明（以下、第1発明という）に係る火花点火式エンジンの制御装置は、燃焼室に燃料を直接噴射するインジェクタと、該インジェクタからの燃料噴射量を駆動信号のバルス幅に換算してインジェクタに出力するインジェクタ駆動手段とが備えられ、かつ低負荷領域に空燃比を理論空燃比よりリーンに設定して運転するリーン運転領域が設けられた火花点火式直噴エンジンにおいて、排気ガス中の残存酸素濃度を検出するO₂センサからの信号に基づいて上記インジェクタによる燃料噴射量を制御することにより空燃比を理論空燃比またはこれに近い直にフィードバック制御するフィードバック制御手段と、該手段によりフィードバック制御が行われる低負荷領域内の特定運転領域で、上記インジェクタによる燃料噴射を吸気行程から圧縮行程にわたる期間内に複数回に分割して行なわれる分割噴射手段と、該手段により分割噴射を行なっているときの上記フィードバック制御手段による制御量に基づき、1回の噴射についてのバルス幅と燃料噴射量との対応関係を学習する学習手段と、該手段により学習を行なっている間、燃焼温度がほぼ一定に保持されるように点火時期を補正

する点火時期補正手段とを備えたことを特徴とする。

【0015】そして、請求項2の発明（以下、第2発明という）は、上記第1発明において、点火時期補正手段は、吸入空気量の増大時に点火時期をリタード側に補正することを特徴とする。

【0016】また、請求項3の発明（以下、第3発明という）は、上記第1発明または第2発明において、分割噴射手段は、インジェクタによる燃料噴射を吸気行程の前半と圧縮行程の前半とに分割して行なわせることを特徴とする。

【0017】また、請求項4の発明（以下、第4発明という）は、同じく第1発明または第2発明において、特定運転領域は、エンジン温度が所定温度以上の低負荷低回転領域での定常運転領域であることを特徴とする。

【0018】そして、請求項5の発明（以下、第5発明という）は、上記第4発明において、低負荷低回転領域は、無負荷、低回転の領域であることを特徴とする。

【0019】また、請求項6の発明（以下、第6発明という）は、上記第5発明において、無負荷、低回転領域でエンジンに作用する外部負荷の増大を検出する外部負荷増大検出手段を備え、点火時期補正手段は、該手段により外部負荷の増大を検出したときに燃焼温度をほぼ一定に保持するように点火時期を補正することを特徴とする。

【0020】さらに、請求項7の発明（以下、第7発明という）は、同じく第5発明において、無負荷、低回転領域での点火時期補正手段による点火時期の補正是、最大トルク発生時期のリタード側のMBT (minimum spark advance for best torque) よりさらにリタード側に設定した基準点火時期を中心とする一定範囲内で行なうことを特徴とする。

【0021】一方、請求項8の発明（以下、第8発明という）は、上記第1発明または第2発明において、点火時期補正手段による点火時期の補正是、最大トルク発生時期を含む一定範囲内で行なうことを特徴とする。

【0022】また、請求項9の発明（以下、第9発明という）は、上記第8発明において、点火時期補正手段による点火時期の補正是、最大トルク発生時期のリタード側に設定した基準点火時期を中心として行なうことを特徴とする。

【0023】さらに、請求項10の発明（以下、第10発明という）は、上記第1発明または第2発明において、分割噴射手段は、インジェクタによる燃料噴射を吸気行程中に複数回に分割して行なわせることを特徴とする。

【0024】そして、請求項11の発明（以下、第11発明という）は、同じく第1発明または第2発明において、空燃比をリーンに制御して運転するリーン運転領域は、圧縮行程で燃料を点火プラグ近傍に供給して燃焼させる成層燃焼運転領域であることを特徴とする。

【0025】上記のように構成することにより、本願各発明によれば次の作用が得られる。

【0026】まず、第1発明によれば、低負荷領域内の特定運転領域でO₂センサからの信号に基づいて空燃比が理論空燃比もしくはこれに近い値となるように燃料噴射量がフィードバック制御される際に、この燃料噴射が吸気行程から圧縮行程にわたる期間内に複数回に分割して行われるので、トータル噴射量は上記のように理論空燃比もしくはこれに近い値の空燃比となる比較的多量の噴射量であっても、個々の分割噴射の噴射量は、各噴射パルスのパルス幅を同一とすれば、トータル噴射量を分割した回数で割った比較的少ない量となり、インジェクタの噴射特性が特異な特性を示す微小パルス幅領域での噴射とすることが可能となる。

【0027】したがって、空燃比と吸入空気量とから求まるトータル噴射量を分割回数で割った値と、そのときに出力された各分割噴射パルスのパルス幅とから、上記微小パルス幅領域におけるパルス幅と噴射量との対応関係が学習されることになり、この学習データをフィードバック領域内で複数回採取することにより、当該インジェクタの微小パルス幅領域での特異特性を把握することが可能となるのである。そして、この特性に基づいてインジェクタの噴射量を制御することにより、成層燃焼運転時等の空燃比を理論空燃比よりリーンに設定して運転する場合における燃料制御が精度よく行われることになる。

【0028】そして、特に本発明においては、上記のような学習データの採取を行っている間、点火時期の補正制御によって燃焼温度がほぼ一定に保持されるので、例えばエンジンに作用する外部負荷の変動等があったときに、これに伴う燃焼温度の変化により同一パルス幅に対する噴射量が変化してしまうといった事態が回避され、常に同一条件で学習データが採取されることになって、当該インジェクタの上記微小パルス幅領域での噴射特性が一層精度よく把握されることになる。

【0029】その場合に、第2発明によれば、上記点火時期の補正制御として、例えば外部負荷の増大に対して回転数を維持する等の目的で吸入空気量が増量されたときに、点火時期がリタードされることになる。したがって、吸入空気量の増大に伴う燃焼温度の上昇が点火時期のリタードによって相殺され、学習制御中、燃焼温度がほぼ一定に保持されることになる。

【0030】また、第3発明によれば、学習のための燃料の分割噴射として、吸気行程の前半に前期噴射が、圧縮行程の前半に後期噴射がそれぞれ実行されるので、両噴射が筒内圧及びインジェクタ先端部の温度がほぼ等しい状態で実行されることになる。

【0031】つまり、前期噴射と後期噴射とが筒内圧が異なる時期にそれぞれ実行された場合、同一パルス幅に対する噴射量が相違して精度のよい学習データが採取で

きないことになる。また、前期噴射と後期噴射との間の時間間隔が短いと、前期噴射によってニードル弁が冷却された直後に後期噴射が行われることになって、両噴射がニードル弁の温度が異なる状態で実行されることになるが、このニードル弁の温度は当該インジェクタの開弁時における該ニードル弁先端部と座面との間の燃料通路の面積に影響するので、前期噴射と後期噴射とが連続的に行われた場合、同一バ尔斯幅に対する両噴射の噴射量が、後期噴射の噴射量が前期噴射の噴射量より多くなる方向に異なることになり、上記の場合と同様に正確な学習データが得られることになる。

【0032】そこで、上記のように、第3発明では、前期噴射と後期噴射を、筒内圧がほぼ等しく、しかも比較的時間間隔を広く取れる吸気行程の前半と圧縮行程の前半とにそれぞれ実行するようにしたのであり、これにより、精度のよい学習データが得られることになる。

【0033】また、第4発明によれば、学習制御を行なう空燃比のフィードバック制御中の特定運転領域が、エンジン温度が所定温度以上、すなわち暖機状態もしくは半暖機状態における低負荷低回転での定常運転領域、換言すれば燃料噴射量が少なくかつ安定した状態で、しかも各噴射間の時間間隔が長くなる領域とされるので、この学習制御により、インジェクタの噴射特性に関する精度のよいデータが採取されることになる。

【0034】そして、第5発明によれば、上記第4発明における低負荷低回転の領域は、無負荷、低回転の運転領域、すなわちアイドル領域とされるので、一層精度のよい学習データが採取されることになる。

【0035】さらに、第6発明によれば、無負荷、低回転領域、すなわちアイドル領域において、エンジンに作用する外部負荷の増大が検出されたときに、点火時期がリタードされることになるが、これにより、外部負荷の作用に伴う燃焼温度の上昇が相殺され、このような外部負荷の増大時にも一定の温度条件で学習データを採取することが可能となる。

【0036】そして、第7発明によれば、同じく無負荷、低回転領域、すなわちアイドル領域において、点火時期の補正が、最大トルク発生時期のリタード側のMBTよりさらにリタード側に設定した基準点火時期を中心とする一定範囲内で行われることになるが、この範囲はアイドル時における回転変動が最も少ない範囲であり、したがって、この範囲で点火時期の補正制御を行なうことにより、安定した燃焼温度の制御が可能となり、ひいては精度のよい学習データが得られることになる。

【0037】一方、第8発明によれば、点火時期補正手段による点火時期の補正が最大トルク発生時期を含む一定範囲内で行われることになるが、この範囲は点火時期の変化に対する燃焼温度の変化が比較的敏感に現れる範囲であり、したがって点火時期の制御により燃焼温度を適切かつ精度よく制御することができ、ひいては精度の

よい学習データが採取されることになる。

【0038】また、第9発明によれば、上記第8発明における点火時期の補正が、最大トルク発生時期を含む一定範囲内で、該時期のリタード側に設定した基準点火時期を中心として行われるので、この点火時期の補正により燃焼温度を一層適切かつ精度よく制御することが可能となる。

【0039】さらに、第10発明によれば、学習制御時における燃料の分割噴射がいずれも吸気行程中に行なわれることになるが、この場合、比較的燃料噴射量の多い領域での学習制御時に、燃料の気化霧化が十分に行なわれることになり、良好な燃焼状態のもとで学習データが採取されることになる。

【0040】そして、第11発明によれば、第1、第2発明の作用が成層燃焼運転領域を備えているエンジンで得られることにより、空燃比がリーンに設定される上記成層燃焼運転領域で燃料制御が精度よく行なわれることになる。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0042】図1は本実施の形態に係る火花点火式直噴エンジン1の制御システムを示すもので、この図において、エンジン本体2は、複数の気筒、例えば図2に示すように4つの気筒を有し、各気筒には、ピストン3によって形成された燃焼室4が形成されている。この燃焼室4の上部中央には点火プラグ5が設置されていると共に、側部から該燃焼室4内を臨むようにインジェクタ6が備えられている。また、吸気ポート7及び排気ポート8が設けられ、これらのポート7、8がカムシャフト9、10によって駆動される吸気弁11および排気弁12により、それぞれ開閉されるようになっている。

【0043】そして、上記吸気ポート7および排気ポート8を介して燃焼室4に通じる吸気通路13および排気通路14が設けられ、これらのうち、吸気通路13には、上流側から、エアクリーナ15、エアフローセンサー16、スロットルバルブ17およびサージタンク18が設けられていると共に、上記スロットルバルブ17をバイパスするバイパス通路19が設けられ、このバイパス通路19に、スロットルバルブ17が全閉のアイドル時に燃焼室4に供給される吸入空気量を調整してアイドル回転数を制御するアイドルスピードコントロールバルブ(以下、ISCバルブという)20が備えられている。

【0044】また、上記サージタンク18の下流側は気筒別の独立吸気通路13aとされており、各気筒ごとに上記吸気ポート7に連通されている。そして、各独立吸気通路13aには、吸入空気によって燃焼室4内にスワールを生成するスワール生成弁21が備えられている。

【0045】一方、上記排気通路14には、排気ガス中の残存酸素濃度に基づいて空燃比が理論空燃比(A/F)

= 14, 7) よりリッチカリーンかを検出する O₂ センサ 22 が設置されていると共に、その下流側には、排気ガス浄化用の触媒装置 23 が設けられている。

【0046】さらに、このエンジン 1 には、上記インジェクタ 6 に燃料を供給する燃料系統 30 が備えられている。この燃料系統 30 は、燃料タンク 31 と、各気筒のインジェクタ 6 に燃料を分配供給するデリバリパイプ 32 と、上記燃料タンク 31 とデリバリパイプ 32 との間に設けられた燃料供給通路 33 を有し、該燃料供給通路 33 には、燃料タンク 31 内に備えられ、サクション側にフィルタが設けられた低圧燃料ポンプ 34、フィルタ 35、高圧燃料ポンプ 36 および高圧側アレッシャレギュレータ 37 が配設されていると共に、上記低圧燃料ポンプ 34 と高圧燃料ポンプ 36 との間の燃料供給通路 33 には、低圧側アレッシャレギュレータ 38 が接続されて、燃料を低圧に調圧するようになっている。また、上記高圧側アレッシャレギュレータ 37 と燃料タンク 31 との間には、リターン通路 39 が設けられ、高圧側アレッシャレギュレータ 37 によって調圧された燃料の余剰分がこのリターン通路 39 を介して燃料タンク 31 に戻されるようになっている。

【0047】そして、このエンジン 1 には、以上の各装置を作動させて運転状態を総合的に制御するコントロールユニット（以下、ECU という）50 が備えられており、この ECU 50 は、上記エアクリーナ 1 に備えられて吸気の温度を検出する吸気温センサ 1 からの信号、上記エアローセンサ 1 からの吸入空気量を示す信号、スロットルバルブ 1, 7 の開度を検出するスロットル開度センサ 5, 2 からの信号、カムシャフト 10 に連動するクランク角センサ 5, 3 からのクランク角信号、エンジンの冷却水温度を検出する水温センサ 5, 4 からの信号、O₂ センサ 22 からの空燃比がリッチかリーンかを示す信号、アクセルペダルの踏み込み量を検出するアクセル開度センサ 5, 5 からの信号等が入力されるようになっている。

【0048】そして、ECU 50 は、これらの信号が示すエンジンの各種状態に応じて、スロットルバルブ 1, 7 を開閉駆動するアクチュエータ 5, 6、ISC バルブ 2, 0、スワール生成弁 2, 1 を開閉駆動するアクチュエータ 5, 7、インジェクタ 6、点火アラウ 5 を点火させる点火回路 5, 8 等に制御信号を出力し、吸入空気量、燃料噴射量および噴射時期、スワールの生成、並びに点火時期等を制御するようになっている。

【0049】ここで、上記 ECU 50 の各制御機能のうち、空燃比制御ないしインジェクタ 6 の噴射特性学習制御に係る部分の構成を図 3 により説明すると、この部分の基本的構成要素として、ECU 50 は、O₂ センサ 22 からの信号を入力するフィードバック制御手段 6, 1 と、インジェクタ 6 による燃料噴射量および噴射時期を演算する噴射量・噴射時期演算手段 6, 2 と、該演算手段

6, 2 によって演算された噴射量を噴射バルスのパルス幅に変換すると共に、その噴射バルスを上記演算手段 6, 2 で演算された時期にインジェクタ 6 に出力する噴射バルス出力手段 6, 3 と、所定の運転領域で燃料噴射を分割して実行させる分割噴射手段 6, 4 と、インジェクタ 6 の噴射特性の学習制御を行なう噴射特性学習手段 6, 5 とを有する。

【0050】これらの手段のうち、まずフィードバック制御手段 6, 1 は、所定のフィードバック条件が成立したときに、O₂ センサ 22 からの信号に基づき、空燃比を理論空燃比とするように燃料噴射量をフィードバック制御する。すなわち、O₂ センサ 22 からの信号が空燃比がリッチであることを示しているときは燃料噴射量を減量するように、また該センサ 22 からの信号が空燃比がリーンであることを示しているときは燃料噴射量を増量するように、所定の演算式に従ってフィードバック補正量を算出し、これを噴射量・噴射時期演算手段 6, 2 に出力する。

【0051】また、噴射量・噴射時期演算手段 6, 2 は、予め設定されたマップからそのときの運転状態に応じた基本噴射量を読み取ると共に、この基本噴射量と、上記フィードバック制御手段 6, 1 から送られるフィードバック補正量と、その他の各種補正量とから目標噴射量を演算すると共に、同じく予め設定されたマップからそのときの運転状態に応じた噴射時期を演算する。この場合、該噴射量・噴射時期演算手段 6, 2 は、例えば、低負荷低回転側の領域では、成層燃焼を実行するよう噴射時期を圧縮行程後半に設定すると共に、空燃比がリーンとなるように目標噴射量を設定し、また、高負荷側および高回転側の領域では、均一燃焼を実行するよう噴射時期を吸気行程に設定すると共に、空燃比が理論空燃比となるように目標噴射量を設定する。

【0052】そして、噴射バルス出力手段 6, 3 は、噴射量・噴射時期演算手段 6, 2 により、上記のようにして演算された目標噴射量をバルス幅に換算し、そのバルス幅の噴射バルスを駆動信号として、上記噴射量・噴射時期演算手段 6, 2 で演算された噴射時期に応じたタイミングでインジェクタ 6 に出力する。その場合に、この噴射バルス出力手段 6, 3 は、目標噴射量をバルス幅に換算する際に、噴射特性学習手段 6, 5 によって学習されて記憶されている各インジェクタ 6 ごとの噴射特性に基づいて換算する。

【0053】一方、分割噴射手段 6, 4 は、上記のフィードバック制御が行われる領域中の特定運転領域、例えば当該エンジンの半暖機時等に、燃料噴射を複数回に分割して行わせるものである。この燃料噴射の分割は、目標噴射量に相当するバルス幅の噴射バルスを複数に分割して、それぞれ異なる時期にインジェクタ 6 に出力することにより行われるものであり、この実施の形態では、図 4 に示すように目標噴射量に相当するバルス幅の噴射バ

ルスを1/2づつに分割し、そのうちの前期噴射パルスPLを吸気行程前半の所定時期に、後期噴射パルスPTを圧縮行程前半の所定時期にそれぞれ出力するようになっている。

【0054】さらに、噴射特性学習手段65は、上記のように空燃比を理論空燃比とするフィードバック制御中の所定の時期に、フィードバック補正量等を含む目標噴射量と、出力された噴射パルスのパルス幅とをサンプリングし、これらの値に基づいて、前述の図1-1に示すような噴射特性を各インジェクタ6ごとに学習するものであり、特に上記分割噴射手段64により分割噴射が行なわれているときは、分割された各噴射パルスのパルス幅とそのときの燃料噴射量とから、分割されたパルス幅についての噴射量のデータを採取する。

【0055】さらに、このECU50は、インジェクタ6の噴射特性についての学習制御に関連してISCバルブ20を制御するISC制御手段66と、この学習制御を精度よく行なうために、点火プラグ9の点火時期を補正制御する点火時期補正手段67とを有する。

【0056】これらのうち、ISC制御手段66は、スロットルバルブ17が全閉のアイドル時に、クランク角センサ53からのクランク角信号に基づいて算出されるエンジン回転数を検出しながらISCバルブ20の開度を調整して、バイパス通路19からの吸入空気量を制御することにより、アイドル回転数を目標回転数に維持するものである。

【0057】また、点火時期補正手段67は、上記の学習制御を常に同一の燃焼温度のもとで行わせることによりその精度を向上させるもので、エアフローセンサ16からの信号が示す吸入空気量や、水温センサ54からの信号が示す冷却水温度等に基づいて点火時期を補正する。その場合にこの実施の形態では、図5に示すように、最大トルク発生時期のリタード側のMBTよりさらにリタード側に設定した基準点火時期を中心とする一定範囲内で行うようにされている。

【0058】次に、インジェクタ6の噴射特性学習制御、特に点火時期の補正制御を含む微小パルス幅領域での噴射特性の学習制御の具体的動作を図6に示すフローチャートに従って説明する。

【0059】この制御では、まずステップS1で、クランク角センサ53からのクランク角信号に基づいて算出されるエンジン回転数、スロットル開度センサ52によって検出されるスロットル開度、水温センサ54によって検出される冷却水温度、およびO₂センサ22によって検出される空燃比等が読み込まれる。

【0060】次に、ステップS2で、上記冷却水温度に基づいてエンジンが暖機状態（半暖機状態を含む）であるか否かを判定し、暖機状態にあるときは、ステップS3で空燃比を理論空燃比に制御する領域であるか否かを判定し、さらに、この領域にあるときは、ステップS4

で、空燃比を理論空燃比に制御するフィードバック制御の実行中か否かを判定する。

【0061】そして、フィードバック制御中であれば、ステップS5で無負荷、低回転のアイドル状態にあるか否かを判定し、アイドル状態にあれば、さらにステップ6で学習制御の実行が可能か否かを判定する。この判定は、例えば吸入空気量が安定している定常運転状態にあるか否か等により行われる。つまり、吸入空気量が変化している過渡時には正確な学習制御が困難なため、定常運転時にのみ学習制御を実行するようにしているのである。また、その他の条件が必要に応じて加えられる。

【0062】そして、以上の各判定の結果、学習制御の実行が可能と判定されれば、つぎにステップS7として、分割比50%:50%で分割噴射が実行される。つまり、通常のフィードバック制御中はO₂センサ22の出力に応じてフィードバック補正量が演算され、そのフィードバック補正量と基本噴射量等とから目標噴射量が求められると共に、この目標噴射量と当該インジェクタの噴射特性ないしこの特性に基づく換算係数とから噴射パルスのパルス幅が求められるが、アイドル状態での学習制御時には、このパルス幅が上記分割比で2分割され、その2分割されたパルス幅の噴射パルスが図4に示す吸気行程前半の所定の時期と圧縮行程前半の所定の時期に、前期噴射パルスPL及び後期噴射パルスPTとしてそれぞれ出力されるのである。

【0063】また、ステップS8では、ISCバルブ20によるアイドル回転数制御が実行される。この制御は、前述のように、エンジンへの外部負荷の作用等に対してアイドル回転数を目標回転数に維持するために行なわれる。そして、今、例えばエンジンにエアコンデショナ用コンプレッサ等の外部負荷が作用したものとする。その外部負荷の作用に対してアイドル回転数を目標回転数に維持するために、上記ISCバルブ20を開き或いはその開度を増大させる制御が行なわれ、これにより、図7に符号Aで示すように、バイパス通路19から燃焼室4への吸入空気量が増大される。また、このとき、空燃比を理論空燃比に保持するフィードバック制御の作用で、図7に符号Bで示すように、燃料噴射量も増量される。

【0064】さらに、ステップS9では、学習制御中ににおける燃焼温度を一定に保持するための点火時期の補正制御が行なわれる。この制御は、例えば上記のようにエンジンに外部負荷が作用し、これに伴って吸入空気量および燃料噴射量が増量されると燃焼温度が上昇することになるが、この燃焼温度の上昇を相殺して、該燃焼温度をほぼ一定に保持するために点火時期をリタード側に補正するものである。

【0065】つまり、図8に示すように、エンジンには点火時期をリタードさせると最高燃焼温度が低下するという傾向がある。そこで、外部負荷の作用時または増大

時に、ISCバルブ20の制御に伴う吸入空気量の増大に応じて点火時期がリタードされるよう、例えば図8に示すように予め設定されたマップから点火時期を読み取り、また、図9に示すマップから水温に応じたリタード量を読み取って、そのときの吸入空気量と水温に応じてリタードされた点火時期を演算し、図7に符号で示すように、このリタード補正した点火時期で点火プラグを点火させるのである。

【0066】これにより、外部負荷の増大に伴う燃焼温度の上昇が点火時期のリタード補正により相殺され、図7に符号で示すように、燃焼温度は上記外部負荷の作用前とほぼ同一の温度に維持されることになるのである。なお、外部負荷が解除されたときには、点火時期は基準点火時期間に戻される。

【0067】そして、次にステップS10で、上記のようなフィードバック制御および分割噴射に関するデータ、具体的には、空燃比を理論空燃比に制御するために補正された分割噴射バルスPL、PTのバルス幅と、エアフローセンサ15からの信号が示す吸入空気量に基づいて算出される実際に噴射された燃料の量とをサンプリングし、さらにステップS11で、上記噴射量の複数個のサンプリングデータの平均値を2で割ることにより、分割噴射バルスPL、PTのバルス幅に対応する燃料噴射量を算出する。

【0068】これにより、トータル噴射量は比較的多くても各分割噴射の噴射量は少量となり、図11に示す微小バルス幅領域P2でのバルス幅と噴射量との対応関係が求められることになる。

【0069】そして、特にこの分割噴射による微小バルス幅領域P2での噴射特性の学習に際しては、上記のように、点火時期の補正制御によって外部負荷の作用に拘らず燃焼温度一定に保持する制御が行なわれるから、燃焼温度が変化することによる誤学習が回避されることになる。つまり、燃焼温度が変化すると、前述のように、インジェクタ先端部の温度も変化して、開弁時における燃料の通路面積が変化することにより、同一バルス幅に対する噴射量が一定しないことになるのであるが、上記のように学習制御中、燃焼温度を一定に保持することにより、同一バルス幅に対しては同一の噴射量が得られることになり、精度のよい学習データが採取されることになるのである。

【0070】そして、以上のようにして得られた微小バルス幅領域での各インジェクタの噴射特性は、空燃比をリーンに設定し、圧縮行程時に燃料噴射を行なう低負荷低回転領域での成層燃焼運転時に反映され、この成層燃焼運転時における燃料噴射が精度よく行われることとなる。

【0071】なお、この実施の形態のように、噴射バルスの分割比を50%:50%とした場合、分割された2つの噴射バルスは同じ噴射量域となるので、当該微小バ

ルス幅領域での噴射特性が精度よく求められることになる。

【0072】また、分割噴射の前期噴射バルスPLと後期噴射バルスPTとを、吸気行程の前半と圧縮行程の前半とにそれぞれ出力するようにしたので、図4に示すように両噴射が筒内圧がほぼ等しく、しかも時間間隔が比較的長い状態で実行されることになり、したがって、前述のように、両噴射が筒内圧およびニードル弁温度に関して同一の条件で行なわれることになって、精度のよい学習データが得られることになる。

【0073】また、この実施の形態では、暖機状態もしくは半暖機状態でのアイドル時に学習制御を行なうようにしたから、燃料噴射量が少なくかつ安定した状態で、しかも各噴射間の時間間隔が長くなる状態で学習データが採取されることになり、精度のよいデータが採取されることになる。

【0074】なお、分割噴射は、いずれも吸気行程中に行なってもよく、この場合、比較的燃料噴射量の多い領域での学習制御時に燃料の気化霧化が十分に行なわれることになり、良好な燃焼状態のもとで学習データが採取されることになる。

【0075】さらに、この実施の形態では、点火時期の補正是、最大トルク発生時期のリタード側のNBTよりさらにリタード側に設定した基準点火時期を中心とする一定範囲内、すなわちアイドル回転数の変動が最も少ない領域で行われるので、精度のよい学習データが得られることになる。

【0076】なお、点火時期の補正の範囲に関しては、最大トルク発生時期を含む一定範囲内で、その時期のリタード側に設定した基準点火時期を中心として行なうようすれば、この範囲は点火時期の変化に対する燃焼温度の変化が比較的敏感に現れる範囲であるから、点火時期の制御により燃焼温度を適切かつ精度よく制御することができ、ひいては精度のよい学習データが採取されることになる。

【0077】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、低負荷領域に空燃比を理論空燃比よりリーンに設定して運転するリーン運転領域が設けられ、かつ所定の運転領域でのセンサからの信号に基づいて空燃比を理論空燃比またはこれに近い値に制御するフィードバック制御が行なわれるエンジンにおいて、上記フィードバック制御の実行中に燃料噴射を複数回に分割して行なう分割噴射を実行することによりインジェクタの微小バルス幅領域でのバルス幅と噴射量との対応関係を学習すると共に、その学習制御中は、点火時期の補正制御により燃焼温度をほぼ一定に保持するようにしたから、その間に外部負荷の作用等により吸入空気量や燃料噴射量が変化しても燃焼温度が一定に保持されて、同一のバルス幅に対しては同一の噴射量が得られることになる。これにより、当該インジ

エクタの上記微小パルス幅領域での噴射特性が精度よく把握され、この特性に基づいてインジェクタの噴射量を制御することにより、空燃比を理論空燃比よりリーンに設定して運転する成層燃焼運転時等に燃料制御が精度よく行われることになる。

【0078】その場合に、学習のための燃料の分割噴射として、吸気行程の前半に前期噴射を、圧縮行程の前半に後期噴射をそれぞれ実行するようにすれば、筒内圧がほぼ等しく、しかも分割された各噴射の時間間隔を広く取ることができて、精度のよい学習データが得られることになる。

【0079】また、この学習制御を暖機状態もしくは半暖機状態にある状態での低負荷低回転での定常運転領域、特に無負荷状態のアイドル時に行なうようにすれば、一層精度のよい学習データが採取されることになる。

【0080】さらに、上記の点火時期の補正を、最大トルク発生時期のリタード側のMBTよりさらにリタード側に設定した基準点火時期を中心とする一定範囲内で行なうアイドル時における回転変動が最も少ない領域で点火時期の補正制御が行なわれて、一層安定した燃焼温度のもとで学習制御が行なわれることになり、また、最大トルク発生時期を含む一定範囲内でその時期のリタード側に設定した基準点火時期を中心として行なえば、この点火時期の補正により燃焼温度を一層適切かつ精度よく制御することができて、同じく精度のよい学習データが得られることになる。

【0081】また、分割噴射をいすれも吸気行程中に行なうようにすれば比較的燃料噴射量の多い領域での学習制御時に、燃料の気化霧化が十分に行なわれることになり、良好な燃焼状態のもとで学習データが採取されることになる。

【0082】そして、以上のようにして、インジェクタの微小パルス幅領域での噴射特性が精度よく把握されることにより、空燃比がリーンな状態での成層燃焼運転時における燃料制御が精度よく行なわれ、燃費性能が一層向上することになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係るエンジンの制御システム図である。

【図2】 同エンジンの断面図である。

【図3】 コントロールユニットの要部の構成を示すブロック図である。

【図4】 分割噴射の時期を示す図である。

【図5】 点火時期の補正範囲を示す図である。

【図6】 噴射特性の学習制御の動作を示すフローチャートである。

【図7】 学習制御中における外部負荷作用時の各データの変化を示すタイムチャートである。

【図8】 点火時期のリタード制御による燃焼温度の変化を示す図である。

【図9】 吸入空気量に対する点火時期リタード量のマップである。

【図10】 点火時期リタード量の水温補正係数のマップである。

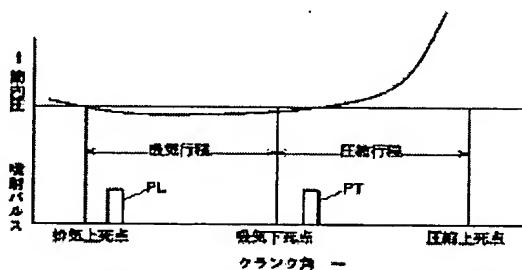
【図11】 インジェクタの噴射特性を示す図である。

【図12】 インジェクタの構成を示す要部断面図である。

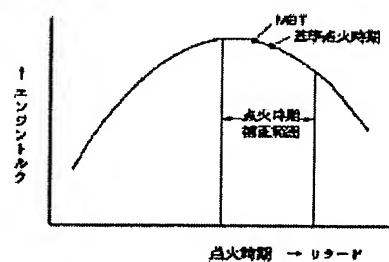
【符号の説明】

1	エンジン
5	点火プラグ
6	インジェクタ
22	O ₂ センサ
50	コントロールユニット

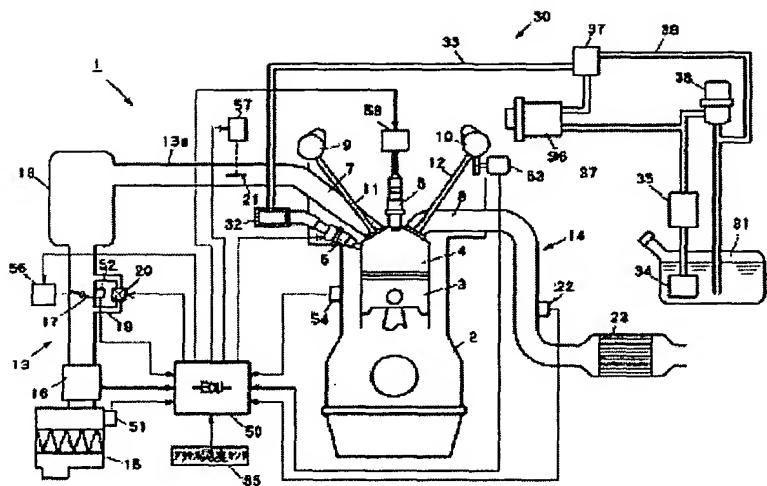
【図4】



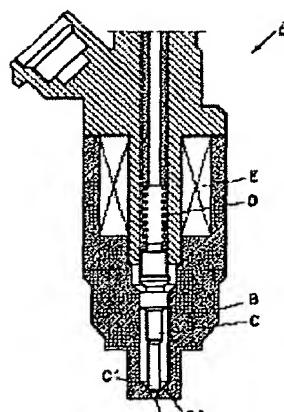
【図5】



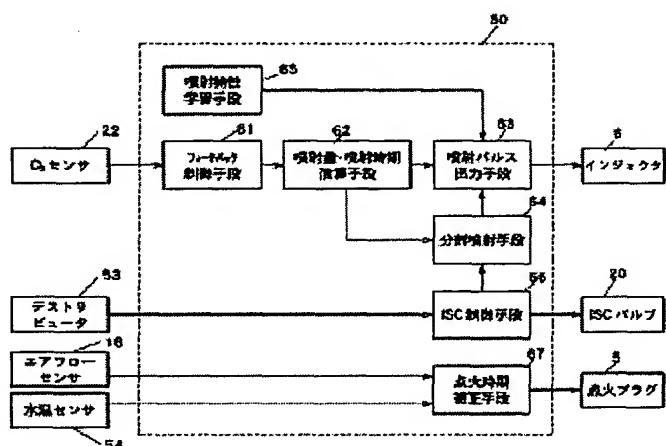
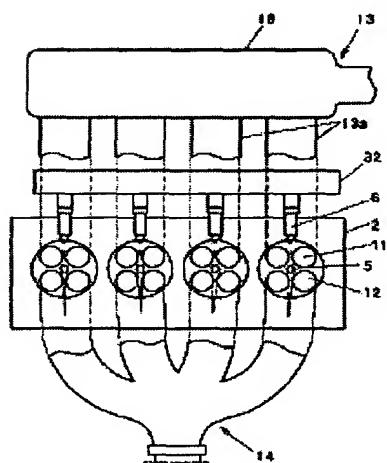
【図1】



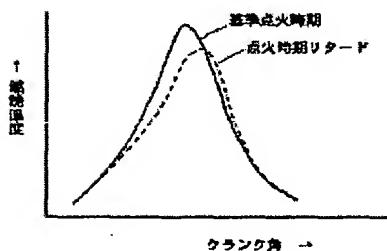
【図2】



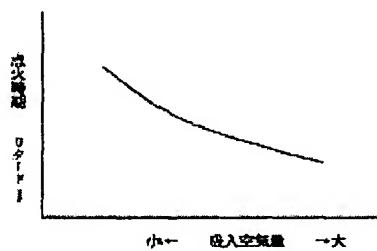
【図3】



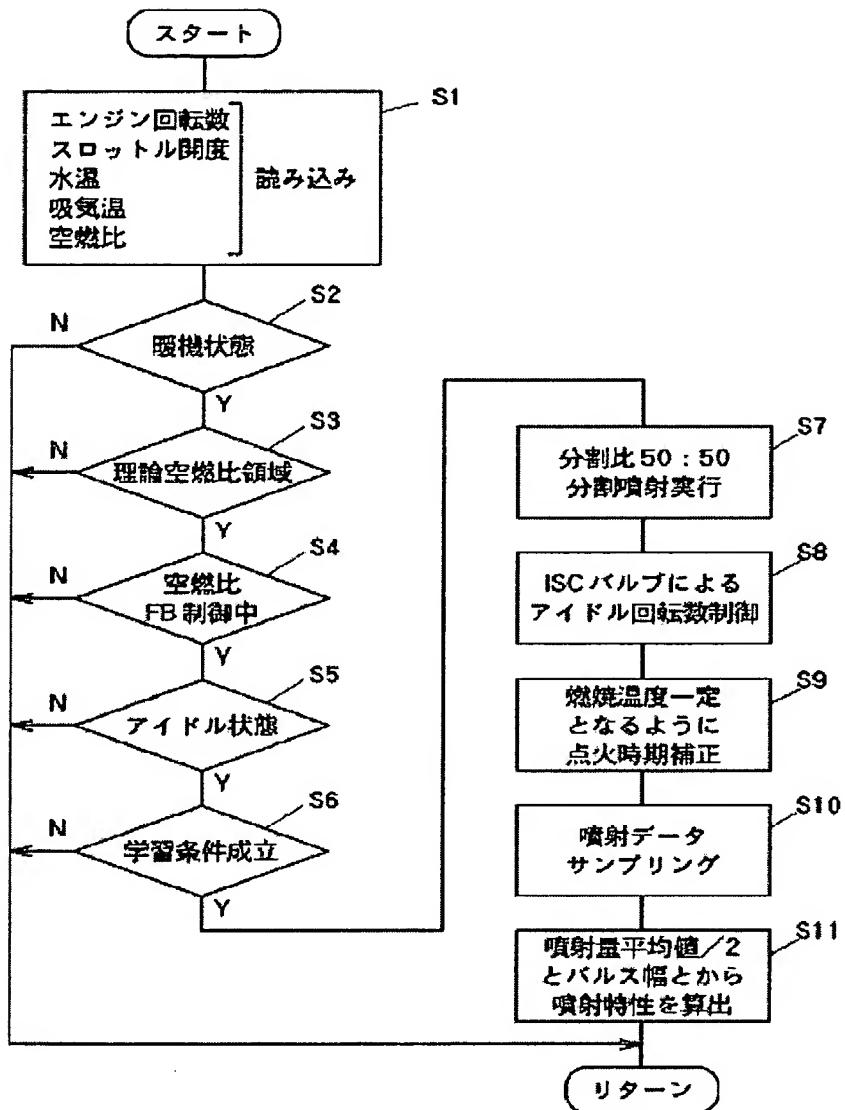
【図4】



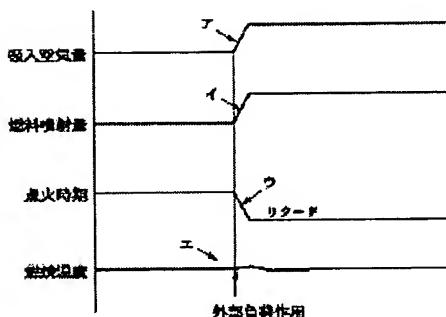
【図5】



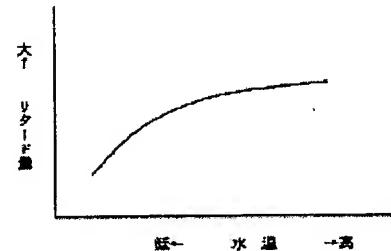
【図6】



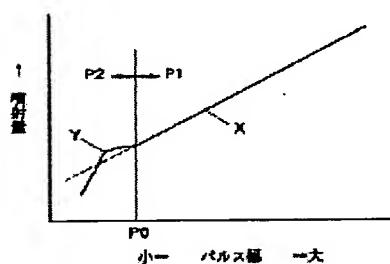
【図7】



【図10】



【図11】



フロントページの書き

(72)発明者 山内 健生
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内

(72)発明者 鎌野 雅之
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内

F ターム(参考) 3G022 AA00 AA07 CA03 CA06 CA08
CA09 DA02 EA02 FA01 FA05
GA01 GA05 GA06 GA08 GA09
GA11 GA17
3G301 HA04 HA16 JA02 JA14 JA17
KA07 KA08 KA10 KA24 KA25
LA00 LA04 LA05 LB04 MA01
MA12 MA19 MA26 ND01 ND21
NB01 NE15 PA01Z PA10Z
PA11Z PD03A PD03Z PE01Z
PE03Z PE08Z PF03Z PF11Z

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-227036
 (43)Date of publication of application : 15.08.2000

(51)Int.Cl. F02D 41/02
 F02D 41/34
 F02P 5/152
 F02P 5/153

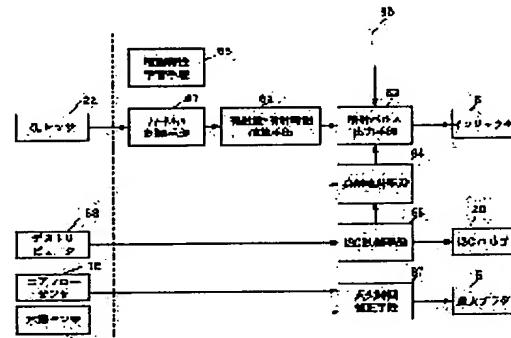
(21)Application number : 11-027636 (71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP
 (22)Date of filing : 04.02.1999 (72)Inventor : MAMIYA KIYOTAKA
 IMADA MICHIIRO
 YAMAUCHI TATSUO
 TETSUNO MASAYUKI

(54) CONTROLLER FOR SPARK IGNITION TYPE DIRECT INJECTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To carry out learning control in a good state, and improve fuel injection accuracy by controlling so as to hold a combustion temperature nearly constantly, on learning control of injection characteristic in a fine pulse width region of an injector, in a device wherein a direct injection stratified burning operation is operated in a prescribed operating region of low load and low rotation.

SOLUTION: In the case of injection characteristic learning control of an injector 6 by an ECU 50, a fuel injection rate is feed back controlled 61 on the basis of an output signal of an O2 sensor 22 so as to set an air-fuel ratio to a stoichiometric air-fuel ratio, and a target injection rate is calculated 62 from various kinds of correcting rate including a feed back correcting rate to be obtain in this time, and a reference injection rate according to an operating condition. Fuel injection is separated by separation injection means 64 in a specified operating region in a region where feed back control is carried out, that is a half-warming-up time of an engine, a corresponding relation between a pulse width per injection and a fuel injection rate is learnt 69. At the time of learning, an ignition timing is corrected 67 so as to nearly constantly hold a combustion temperature.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]



[Claim(s)]

[Claim 1] It has the injector which injects a propellant directly into a combustion chamber, and an injector drive means to convert the fuel oil consumption from this injector into the pulse width of a driving signal, and to output to an injector. And it is the control unit of a jump-spark-ignition formula direct-injection engine with which the ***** operating range which sets an air-fuel ratio as ***** from theoretical air fuel ratio, and is operated was prepared in the low load field. The feedback control means which carries out feedback control of the air-fuel ratio to theoretical air fuel ratio or the value near this by controlling the fuel oil consumption by the above-mentioned injector based on the signal from O2 sensor which detects the residual oxygen density in exhaust gas. By the specific operating range in the low load field where feedback control is performed by this means A split injection means to divide the fuel injection by the above-mentioned injector into multiple times, and to make it perform within the term covering a compression stroke from an intake stroke. A learning means to learn the correspondence relation between the pulse width about one injection, and fuel oil consumption based on the controlled variable by the above-mentioned feedback control means when this means is performing split injection. The control unit of the jump-spark-ignition formula direct-injection engine characterized by having an ignition-timing correction means to rectify ignition timing so that combustion temperature may be held almost uniformly, while learning by this means.

[Claim 2] An ignition-timing correction means is the control unit of the jump-spark-ignition formula direct-injection engine according to claim 1 characterized by rectifying ignition timing to a retard side at the time of increase of an inhalation air content.

[Claim 3] A split injection means is the control unit of the jump-spark-ignition formula direct-injection engine according to claim 1 or 2 characterized by dividing the fuel injection by the injector in the first half of the first half of an intake stroke, and a compression stroke, and making it perform.

[Claim 4] A specific operating range is the control unit of the jump-spark-ignition formula direct-injection engine according to claim 1 or 2 characterized by engine temperature being a steady operation field in the low load low rotation field more than predetermined temperature.

[Claim 5] A low load low rotation field is the control unit of a no-load and the jump-spark-ignition formula direct-injection engine according to claim 4 characterized by being the field of low rotation.

[Claim 6] It is the control unit of the jump-spark-ignition formula direct-injection engine according to claim 5 which is equipped with an external load increase detection means to detect increase of a no-load and the external load which acts on an engine in a low rotation field, and is characterized by an ignition-timing correction means rectifying ignition timing so that combustion temperature may be held almost uniformly, when this means detects increase of an external load.

[Claim 7] It is the control unit of the jump-spark-ignition formula direct-injection engine according to claim 5 characterized by performing correction of ignition timing by the ignition-timing correction means in a no-load and a low rotation field by being fixed within the limits centered on the reference point fire stage further set to the retard side from MBT by the side of the retard of the maximum torque occurrence stage.

[Claim 8] It is the control unit of the jump-spark-ignition formula direct-injection engine according to claim 1 or 2 characterized by performing correction of ignition timing by the ignition-timing correction means by being fixed within the limits containing the maximum torque occurrence stage.

[Claim 9] It is the control unit of the jump-spark-ignition formula direct-injection engine according to claim 8 characterized by correction of ignition timing by the ignition-timing correction means carrying out focusing on the reference point fire stage set to the retard side of the maximum torque occurrence stage.

[Claim 10] A split injection means is the control unit of the jump-spark-ignition formula direct-injection engine according to claim 1 or 2 characterized by dividing the fuel injection by the injector into multiple times, and making it perform into an intake stroke.

[Claim 11] The ***** operating range which controls an air-fuel ratio to ***** and is operated is the control unit of the jump-spark-ignition formula direct-injection engine according to claim 1 or 2 characterized by being the stratification combustion operating range which a propellant is supplied [operating range] and burns it near the ignition plug by the compression stroke.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the field of the fuel-injection technique of an engine about a learning correction control in the control unit of a jump-spark-ignition formula direct-injection engine, especially the very small pulse width field of an injector.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in the jump-spark-ignition formula engines for vehicles etc., the ****

stratification combustion system aiming at the enhancement in a mpg performance may be adopted as a combustion system. this method being a predetermined operating range by the side of low load low rotation, injecting a propellant directly into a combustion chamber from an injector at the time of a compression stroke, and forming the gaseous mixture of necessary concentration near the ignition plug — a gaseous mixture — the air-fuel ratio as whole is *****-ized more sharply than theoretical air fuel ratio

[0003] On the other hand, the injection pulse of the driving signal outputted to fuel injection timing set up according to operational status opens, the above-mentioned injector injects a propellant, and the injection quantity is controlled by the valve-opening time of this injector, i.e., the pulse width of the above-mentioned injection pulse. In this case, each injector has a predetermined injection property over the pulse width of an injection pulse, although the target injection quantity set up according to operational status is converted into the pulse width of an injection pulse according to this property, this property has dispersion with each injector, the relation between pulse width and the injection quantity is conventionally learned for every injector there, and rectifying an injection property based on the learning result is performed.

[0004] the air-fuel ratio of the gaseous mixture by which this learning control is supplied to the combustion chamber based on the residual oxygen density in exhaust gas — theoretical air fuel ratio — ***** (hyperoxia status) — being rich (oxygen insufficient status) — it is performed by the feedback control of the air-fuel ratio using O2 sensor to detect That is, since this feedback control controls an air-fuel ratio to theoretical air fuel ratio (A/F=14.7) by making the fuel oil consumption from an injector fluctuate according to the signal from the O2 above-mentioned sensor If an air-fuel ratio is held to theoretical air fuel ratio by this control, the amount of the propellant currently supplied from the inhalation air content separately measured with the value is computable. Therefore, if the pulse width of the injection pulse currently outputted to the injector then is read, the relation of the pulse width and injection quantity will become clear.

[0005] And by performing this about two or more operational status, the property of the injection quantity over the pulse width of the concerned injector will be grasped, and fuel oil consumption will be correctly controlled by desired value by computing the pulse width of an injection pulse according to this property.

[0006] By the way, although the above injection properties of an injector show an inclination linear in the field P1 of zero or more predetermined pulse width P most as shown in drawing 11 , and this serves as basic property X of the concerned injector, in the field P2 of zero or less above-mentioned predetermined pulse width P minute pulse width, the above-mentioned property X shows different unique property Y. And the injection quantity will belong to the field P2 which shows this unique property Y at the time of stratification combustion operation in the low load fields at the time of the operating range to which the above stratification combustion is performed, especially an idle etc.

[0007] Therefore, although it is necessary to learn correctly the injection property (unique property Y) of the injector in the minute pulse width field P2 when it is going to control the injection quantity with a sufficient precision by this stratification combustion zone Since the above-mentioned learning control is performed under the feedback control which controls an air-fuel ratio to theoretical air fuel ratio Even if it carries out by the idle state with little fuel oil consumption, data are obtained only in the field P1 of the above-mentioned basic property X, but there is a problem that injection property Y in the minute pulse width field P2 cannot be learned.

[0008] And while the injection quantity is changed into pulse width as a thing coping with this problem using the coefficient which is different from the field which shows a basic property in the surge operating range equivalent to the above-mentioned minute pulse width field P2 according to JP,6-214995,A, what rectifies this transform coefficient so that the occurrence torque of each cylinder may become equal is indicated.

[0009] [Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the injection property of each injector is rectified so that dispersion in the relative torque between cylinders may be canceled in invention indicated by the above-mentioned official report Although it will not necessarily be asked for the absolute correspondence relation between the injection quantity and pulse width for every injector and it will be carried out in the minute pulse width field P2 which shows this correction in drawing 11 In this field P2, since a very slight gap of fuel injection timing and pulse width influences dispersion in the injection quantity greatly, accurate correction cannot be desired.

[0010] On the other hand, as shown in drawing 12 , this kind of injector A Contain needle valve C possible [the stroke to shaft orientations] in valve body B which has nozzle-hole B' at a nose of cam, and this is energized to a nose of cam side by spring D. While this nozzle-hole B' is closed by sitting the point C' to B " of the bearing surfaces around above-mentioned nozzle-hole B' It is what opened above-mentioned nozzle-hole B' by resisting and carrying out the lift of needle valve C to the energization force of spring D by energization to solenoid E, and making point C' desert the B" of the above-mentioned bearing surfaces. Although the propellant currently supplied in the state of pressurization will inject from above-mentioned nozzle-hole B' at this time In this injector A, even if the pulse width of an injection pulse which makes it energize, the lift time, i.e., solenoid E, of above-mentioned needle valve C, is the same, there is a problem that the injection quantity changes with the temperature of a point.

[0011] That is, the area of the propellant path which valve body B' directly attached in the cylinder head tends to

be influenced by needle valve C of combustion temperature, therefore the above-mentioned valve body B and needle valve C produce B" [of the point C' and bearing surface] in between at the time of the lift of needle valve C while coefficient of thermal expansion differs will be different with combustion temperature, and even if the pulse width of an injection pulse is the same as a result, injection quantity will differ.

[0012] Then, let it be a technical problem for this invention to suppress change of combustion temperature during the learning control of the injection property in the minute pulse width field of an injector, and to perform this learning control good, and it to have it in the jump-spark-ignition formula engine which performs **** stratification combustion operation by the predetermined operating range of low load low rotation, and to enable it to control the fuel oil consumption at the time of stratification combustion operation with a sufficient precision.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, it is characterized by constituting this invention as follows.

[0014] First, the control unit of the jump-spark-ignition formula engine concerning invention (henceforth the 1st invention) of the claim 1 of this application It has the injector which injects a propellant directly into a combustion chamber, and an injector drive means to convert the fuel oil consumption from this injector into the pulse width of a driving signal, and to output to an injector. And it sets to the jump-spark-ignition formula direct-injection engine by which the ***** operating range which sets an air-fuel ratio as ***** from theoretical air fuel ratio, and is operated was prepared in the low load field. The feedback control means which carries out feedback control of the air-fuel ratio to theoretical air fuel ratio or the value near this by controlling the fuel oil consumption by the above-mentioned injector based on the signal from O₂ sensor which detects the residual oxygen density in exhaust gas. By the specific operating range in the low load field where feedback control is performed by this means A split injection means to divide the fuel injection by the above-mentioned injector into multiple times, and to make it perform within the term covering a compression stroke from an intake stroke, A learning means to learn the correspondence relation between the pulse width about one injection, and fuel oil consumption based on the controlled variable by the above-mentioned feedback control means when this means is performing split injection. While learning by this means, it is characterized by having an ignition-timing correction means to rectify ignition timing so that combustion temperature may be held almost uniformly.

[0015] And invention (henceforth the 2nd invention) of a claim 2 is characterized by an ignition-timing correction means rectifying ignition timing to a retard side at the time of increase of an inhalation air content in the 1st above-mentioned invention.

[0016] Moreover, it is characterized by invention (henceforth the 3rd invention) of a claim 3 making it carry out in the 1st above-mentioned invention or the 2nd invention by a split injection means dividing the fuel injection by the injector in the first half of the first half of an intake stroke, and a compression stroke.

[0017] Moreover, invention (henceforth the 4th invention) of a claim 4 is the same, and it is characterized by the engine temperature of a specific operating range being a steady operation field in the low load low rotation field more than predetermined temperature in the 1st invention or the 2nd invention.

[0018] And invention (henceforth the 5th invention) of a claim 5 is characterized by low load low rotation fields being a no-load and a field of low rotation in the 4th above-mentioned invention.

[0019] Moreover, invention (henceforth the 6th invention) of a claim 6 is equipped with an external load increase detection means to detect increase of a no-load and the external load which acts on an engine in a low rotation field in the 5th above-mentioned invention, and an ignition-timing correction means is characterized by rectifying ignition timing so that combustion temperature may be held almost uniformly, when this means detects increase of an external load.

[0020] Furthermore, it is characterized by invention (henceforth the 7th invention) of a claim 7 being the same, and performing correction of ignition timing by the ignition-timing correction means in a no-load and a low rotation field in the 5th invention by being fixed within the limits centered on the reference point fire stage further set to the retard side from MBT by the side of the retard of the maximum torque occurrence stage (minimum sparkadvance for best torque).

[0021] It is characterized by on the other hand invention (henceforth octavus invention) of a claim 8 performing correction of ignition timing by the ignition-timing correction means in the 1st above-mentioned invention or the 2nd invention by being fixed within the limits containing the maximum torque occurrence stage.

[0022] Moreover, it is characterized by correction of ignition timing by the ignition-timing correction means performing invention (henceforth the 9th invention) of a claim 9 in the above-mentioned octavus invention focusing on the reference point fire stage set to the retard side of the maximum torque occurrence stage.

[0023] Furthermore, it is characterized by invention (henceforth the 10th invention) of a claim 10 making it carry out in the 1st above-mentioned invention or the 2nd invention by a split injection means dividing the fuel injection by the injector into an intake stroke at multiple times.

[0024] And the ***** operating range which invention (henceforth the 11th invention) of a claim 11 similarly controls an air-fuel ratio to ***** in the 1st invention or the 2nd invention, and is operated is characterized by

being the stratification combustion operating range which a propellant is supplied [operating range] and burns it near the ignition plug by the compression stroke.

[0025] According to this application each invention, the following operation is obtained by constituting as mentioned above.

[0026] First, in case according to the 1st invention feedback control of the fuel oil consumption is carried out so that an air-fuel ratio may serve as theoretical air fuel ratio or the value near this by the specific operating range in a low load field based on the signal from O2 sensor Since this fuel injection divides into multiple times and is performed within the term covering a compression stroke from an intake stroke Even if total injection quantity is comparatively a lot of injection quantity which serves as theoretical air fuel ratio or the air-fuel ratio of the value near this as mentioned above, the injection quantity of each split injection It enables the injection property of an injector identically then to become the comparatively few amount broken by the number of times which divided the total injection quantity, and to consider as injection in the minute pulse width field which shows a unique property in the pulse width of each injection pulse.

[0027] Therefore, it is enabled to grasp the unique property in the minute pulse width field of the concerned injector by learning the correspondence relation of the pulse width and the injection quantity in the above-mentioned minute pulse width field, and extracting two or more these learning data in a feedback field from the value which broke the total injection quantity which can be found from an air-fuel ratio and an inhalation air content by the number of times of a split, and the pulse width of each split injection pulse outputted then. And the fuel control in the case of setting the air-fuel ratios at the time of stratification combustion operation etc. as ***** from theoretical air fuel ratio, and operating will be performed with a sufficient precision by controlling the injection quantity of an injector based on this property.

[0028] And since combustion temperature is held almost uniformly by correction control of ignition timing especially in this invention while extracting the above learning data For example, when there is change of an external load which acts on an engine, the situation where the injection quantity to the same pulse width will change with change of the combustion temperature accompanied by this is avoided. Always, on the same conditions, learning data will be extracted and the injection property in the above-mentioned minute pulse width field of the concerned injector will be grasped with a much more sufficient precision.

[0029] In this case, when the quantity of an inhalation air content is increased for the purpose of maintaining a rotational frequency to increase of for example, an external load as a correction control of the above-mentioned ignition timing according to the 2nd invention, the retard of the ignition timing will be carried out. Therefore, elevation of the combustion temperature accompanied by increase of an inhalation air content will be offset by the retard of ignition timing, and combustion temperature will be held almost uniformly during a learning control.

[0030] Moreover, according to the 3rd invention, as split injection of the propellant for learning, since injection is performed in the first half of an intake stroke and injection is performed in the second half in the first half of a compression stroke in the first half, respectively, both injections will be performed in the status that the temperature of cylinder internal pressure and an injector point is almost equal.

[0031] That is, when injection is performed injection and the second half in the first half at the stage when cylinder internal pressure is different, respectively, the injection quantity to the same pulse width will be different, and accurate learning data can be extracted. Moreover, although injection will be performed in the second half immediately after the needle valve was cooled by injection in the first half and both injections will be performed in the status that the temperature of a needle valve differs when the time interval between injections is short in the first half injection and the second half Since the temperature of this needle valve influences the area of the propellant path between these needle valve points and bearing surfaces at the time of valve opening of the concerned injector When injection is performed continuously injection and the second half in the first half, the injection quantity of both injections to the same pulse width will differ in the orientation whose injection quantity of injection increases more than the injection quantity of injection in the first half in the second half, and exact learning data will be obtained like the above-mentioned case.

[0032] Then, as mentioned above, by the 3rd invention, cylinder internal pressure will be almost equal in injection in the first half injection and the second half, it would be made to perform in the first half of the first half of an intake stroke, and a compression stroke which can moreover take a large time interval comparatively, respectively, and accurate learning data will be obtained by this.

[0033] According to the 4th invention, moreover, the specific operating range under feedback control of the air-fuel ratio which performs a learning control If it puts in another way, engine temperature in the steady operation field in the low load low rotation in more than predetermined temperature, i.e., the warming-up status, or the half-warming-up status, and the status that there is little fuel oil consumption and it was stabilized And since the time interval during each injection is made into the field which becomes long, the data with a sufficient precision about the injection property of an injector will be extracted by this learning control.

[0034] And according to the 5th invention, since the field of the low load low rotation in the 4th above-mentioned invention is made into a no-load and the operating range of low rotation, i.e., an idle field, much more accurate

learning data will be extracted.

[0035] Furthermore, although the retard of the ignition timing will be carried out when the increase of an external load which acts on an engine is detected in a no-load and a low rotation field, i.e., an idle field, according to the 6th invention, thereby, elevation of the combustion temperature accompanied by an operation of an external load is offset, and it is enabled to extract learning data on fixed temperature conditions also at the time of increase of such an external load.

[0036] And although according to the 7th invention correction of ignition timing is fixed within the limits centered on the reference point fire stage further set to the retard side from MBT by the side of the retard of the maximum torque occurrence stage and will similarly be performed in a no-load and a low rotation field, i.e., an idle field. This domain is a domain with least rotation change at the time of an idle, a control of the combustion temperature stabilized by performing a correction control of ignition timing in this domain will be attained, as a result accurate learning data will be obtained.

[0037] Although correction of ignition timing by the ignition-timing correction means is fixed within the limits containing the maximum torque occurrence stage and will be performed on the other hand according to octavus invention, this domain is a domain in which the change of combustion temperature to change of ignition timing appears comparatively sensitively, combustion temperature can be controlled with a pertinently and sufficient precision by control of ignition timing, as a result accurate learning data will be extracted.

[0038] Moreover, since the correction of ignition timing in the above-mentioned octavus invention is performed focusing on the reference point fire stage which is fixed within the limits containing the maximum torque occurrence stage, and was set to the retard side of this stage according to the 9th invention, it is enabled to control combustion temperature with a much more pertinently and sufficient precision by correction of this ignition timing.

[0039] Furthermore, according to the 10th invention, although each split injection of the propellant at the time of a learning control will be performed into an intake stroke, in this case, vaporization atomization of a propellant will fully be performed and learning data will be extracted under the good combustion status at the time of the learning control in the field with comparatively much fuel oil consumption.

[0040] And according to the 11th invention, a fuel control will be performed with a sufficient precision by the above-mentioned stratification combustion operating range by which an air-fuel ratio is set as ***** by being obtained with the 1st and the engine with which the operation of the 2nd invention is equipped with the stratification combustion operating range.

[0041]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained.

[0042] In this drawing, drawing 1 shows the control system of the jump-spark-ignition formula direct-injection engine 1 concerning the gestalt of this operation, and it has four cylinders so that the mainframe 2 of an engine may be shown in two or more cylinders 2, for example, drawing , and the combustion chamber 4 formed by the piston 3 is formed in each cylinder. While the ignition plug 5 is installed in the center of the upper part of this combustion chamber 4, it has the injector 6 so that the inside of this combustion chamber 4 may be overlooked from a flank. Moreover, the suction port 7 and the exhaust air port 8 are formed, and it opens [these ports 7 and 8] and closes, respectively with the inlet valve 11 and the exhaust valve 12 which are driven by cam shafts 9 and 10.

[0043] The inhalation-of-air path 13 and the flueway 14 which pass to a combustion chamber 4 through the above-mentioned suction port 7 and the exhaust air port 8 are prepared, and in the inhalation-of-air path 13 From an upstream side, while the air cleaner 15, the intake air flow sensor 16, the throttle valve 17, and the surge tank 18 are formed. The bypass path 19 which bypasses the above-mentioned throttle valve 17 is formed. It has the idle speed control valve (henceforth ISC bulb) 20 by which a throttle valve 17 adjusts the inhalation air content supplied to a combustion chamber 4 at the time of the idle of a close by-pass bulb completely, and controls idle rpm to this bypass path 19.

[0044] Moreover, the lower-stream-of-a-river side of the above-mentioned surge tank 18 is set to independent inhalation-of-air path 13a by the cylinder, and is opened for free passage by the above-mentioned suction port 7 for every cylinder. And inhalation air is equipped with the swirl generation valve 21 which generates a swirl in the combustion chamber 4 at each independent inhalation-of-air path 13a.

[0045] On the other hand, while O2 sensor 22 which an air-fuel ratio is more rich than theoretical air fuel ratio (A/F-14.7), or detects ***** is installed based on the residual oxygen density in exhaust gas, the catalyst equipment 23 for exhaust air gas cleanups is formed in the lower-stream-of-a-river side in the above-mentioned flueway 14.

[0046] Furthermore, this engine 1 is equipped with the fuel system 30 which supplies a propellant to the above-mentioned injector 6. The delivery pipe 32 with which this fuel system 30 carries out distribution supply of the propellant at a fuel tank 31 and the injector 6 of each cylinder, It has the fuel-supply path 33 prepared between the above-mentioned fuel tank 31 and the delivery pipe 32. in this fuel-supply path 33 While the low voltage fuel pump

34 with which it had in the fuel tank 31, and the VCF was prepared in the suction side, VCF 35, the hyperbaric-pressure fuel pump 36, and the high-tension-side pressure regulator 37 are arranged. The low-tension side pressure regulator 38 is connected to the fuel-supply path 33 between the above-mentioned low voltage fuel pump 34 and the hyperbaric-pressure fuel pump 36, and the pressure of a propellant is regulated to low voltage. Moreover, the return path 39 is formed between the above-mentioned high-tension-side pressure regulator 37 and the fuel tank 31, and the amount of [of the propellant whose pressure was regulated by the high-tension-side pressure regulator 37] surplus returns to a fuel tank 31 through this return path 39.

[0047] And the control unit which each above equipment is operated in this engine 1, and controls operational status synthetically in it. It has 50. (It is hereafter called ECU) To this ECU50 The signal from the intake temperature sensor 51 which the above-mentioned air cleaner 15 is equipped with, and detects the temperature of inhalation of air, The signal which shows the inhalation air content from the above-mentioned intake air flow sensor 16, the signal from the throttle opening sensor 52 which detects the opening of a throttle valve 17, The crank angle signal from the crank angle sensor 53 interlocked with a cam shaft 10, or [that the air-fuel ratio from the signal from the coolant temperature sensor 54 which detects the circulating water temperature of an engine, and O2 sensor 22 is rich] — the signal which shows whether it is ******, the signal from the accelerator opening sensor 55 which detects the amount of treading in of an accelerator pedal, etc. input

[0048] And ECU50 outputs a control signal to the ignition circuit 58 made to light the actuator 57 which carries out the opening-and-closing drive of the actuator 56 which carries out the opening-and-closing drive of the throttle valve 17, the ISC bulb 20, and the swirl generation valve 21, the injector 6, and the ignition plug 5 according to the various status of the engine which these signals show, and controls generation of an inhalation air content, fuel oil consumption and fuel injection timing, and a swirl, ignition timing, etc.

[0049] If drawing 3 explains the configuration of the fraction which starts AFC or the injection property learning control of an injector 6 among each control function of above-mentioned ECU50 here. As a fundamental component of this fraction, ECU50 A feedback control means 61 to input the signal from O2 sensor 22, While the injection quantity calculated by the injection quantity and a fuel-injection-timing operation means 62 calculate the fuel oil consumption and fuel injection timing by the injector 6, and this operation means 62 is changed into the pulse width of an injection pulse It has an injection pulse-output means 63 to output to an injector 6 at the stage which calculated the injection pulse with the above-mentioned operation means 62, a split injection means 64 to divide and perform fuel injection by the predetermined operating range, and an injection property learning means 65 to perform the learning control of the injection property of an injector 6.

[0050] Among these meanses, first, when predetermined feedback conditions are satisfied, as the feedback control means 61 makes an air-fuel ratio theoretical air fuel ratio, based on the signal from O2 sensor 22, it carries out feedback control of the fuel oil consumption. That is, when the signal from this sensor 22 shows that an air-fuel ratio is ***** so that the quantity of fuel oil consumption may be decreased, when it is shown that the signal from O2 sensor 22 has a rich air-fuel ratio, the amount of feedback correction is computed according to predetermined operation expression, and this is outputted to the injection quantity and the fuel-injection-timing operation means 62 so that the quantity of fuel oil consumption may be increased.

[0051] Moreover, the injection quantity and the fuel-injection-timing operation means 62 calculate fuel injection timing according to the operational status at that time from the map similarly set up beforehand while it calculates the target injection quantity from the amount of feedback correction sent from this basic injection quantity and the above-mentioned feedback control means 61 while the basic injection quantity according to the operational status at that time is read in the map set up beforehand, and the other various amounts of correction. In this case, in the field for example, by the side of low load low rotation, this injection quantity and fuel-injection-timing operation means 62 set up the target injection quantity so that an air-fuel ratio may serve as ******, while fuel injection timing is set up in the second half of a compression stroke so that stratification combustion may be performed, and in the field by the side of a heavy load and high rotation, it sets up the target injection quantity so that an air-fuel ratio may turn into theoretical air fuel ratio while it sets fuel injection timing as an intake stroke so that uniform combustion may be performed.

[0052] And the injection pulse-output means 63 converts into pulse width the target injection quantity calculated as mentioned above by the injection quantity and the fuel-injection-timing operation means 62, makes the injection pulse of the pulse width a driving signal, and outputs it to an injector 6 to the timing according to fuel injection timing calculated with above-mentioned injection quantity and fuel-injection-timing operation means 62. In this case, this injection pulse-output means 63 is converted based on the injection property for every injector 6 learned and memorized by the injection property learning means 65, in case the target injection quantity is converted into pulse width.

[0053] On the other hand, the split injection means 64 divides fuel injection into multiple times, and is made to perform it at the time of the specific operating range in the field where the above-mentioned feedback control is performed, for example, half-warming up of the concerned engine, etc. A split of this fuel injection divides the injection pulse of the pulse width equivalent to the target injection quantity into a plurality. It is what is performed

by outputting to an injector 6 at the stage different, respectively, with the gestalt of this operation. As shown in drawing 4, the injection pulse of the pulse width equivalent to the target injection quantity is divided into every [2 / 1 /], the first half injection pulse PL to shoot is outputted to the predetermined stage in the first half of an intake stroke, and the injection pulse PT is outputted to the predetermined stage in the first half of a compression stroke in the second half, respectively.

[0054] Furthermore, the target injection quantity which contains the amount of feedback correction etc. at the predetermined stage under feedback control to which the injection property learning means 65 makes an air-fuel ratio theoretical air fuel ratio as mentioned above, Sample the pulse width of the outputted injection pulse and it is based on these values. When an injection property which is shown in the above-mentioned drawing 11 is learned every injector 6 and split injection is especially performed by the above-mentioned split injection means 64. From the pulse width and the fuel oil consumption at the time of each divided injection pulse, the divided data of the injection quantity about pulse width are extracted.

[0055] Furthermore, this ECU50 has an ISC control means 66 to control the ISC bulb 20 in relation to the learning control about the injection property of an injector 6, and the ignition-timing correction means 67 which carries out the correction control of the ignition timing of an ignition plug 5 in order to perform this learning control with a sufficient precision.

[0056] Among these, ISC control means 66 adjusts the opening of the ISC bulb 20, detecting the engine speed by which a throttle valve 17 is computed based on the crank angle signal from the crank angle sensor 53 at the time of the idle of a close by-pass bulb completely, and maintains idle rpm to a target rotational frequency by controlling the inhalation air content from the bypass path 19.

[0057] Moreover, by making the above-mentioned learning control always perform under the same combustion temperature, the ignition-timing correction means 67 raises the precision, and rectifies ignition timing based on the inhalation air content which the signal from an intake air flow sensor 16 shows, the circulating water temperature which the signal from a coolant temperature sensor 54 shows. In this case, with the gestalt of this operation, as shown in drawing 5, it is made to be carried out from MBT by the side of the retard of the maximum torque occurrence stage by being fixed within the limits centered on the reference point fire stage further set to the retard side.

[0058] Next, a concrete operation of the learning control of the injection property in the minute pulse width field containing the injection property learning control of an injector 6, especially a correction control of ignition timing is explained according to the flow chart shown in drawing 6.

[0059] In this control, the engine speed first computed at step S1 based on the crank angle signal from the crank angle sensor 53, the throttle opening detected by the throttle opening sensor 52, the circulating water temperature detected by the coolant temperature sensor 54, the air-fuel ratio detected by O2 sensor 22 are read.

[0060] Next, it judges whether when it judges whether an engine is in the warming-up status (the half-warming-up status is included) based on the above-mentioned circulating water temperature and it is in the warming-up status at step S2, it is the field which controls an air-fuel ratio by step S3 to theoretical air fuel ratio, and judges further whether it is under [execution / of the feedback control which is step S4 and controls an air-fuel ratio to theoretical air fuel ratio when it is in this field] *****.

[0061] And if it judges whether it is in a no-load and the idle state of low rotation at step S5 if it is during feedback control and it is in an idle state, it will judge further whether execution of a learning control is possible at step 6. This judgment is performed by whether it is in the steady operation status which is stable. That is, since an exact learning control is difficult at the time of the transient from which the inhalation air content is changing, it is made to perform a learning control only at the time of steady operation. Moreover, other conditions are added if needed.

[0062] And if judged with execution of a learning control being possible as a result of each above judgment, next, split injection will be performed at 50% [of split ratio] : 50% as step S7. That is, while the amount of feedback correction calculates during usual feedback control according to the output of O2 sensor 22 and the target injection quantity is calculated from the amount of feedback correction, the basic injection quantity, etc. Although asked for the pulse width of an injection pulse from the conversion factor based on the injection property or this property of this target injection quantity and the concerned injector At the time of the learning control in an idle state, 2 ****s of this pulse width are carried out by the above-mentioned split ratio. The injection pulse of the pulse width carried out 2 ****s is outputted to the predetermined stage in the first half of an intake stroke shown in drawing 4, and the predetermined stage in the first half of a compression stroke as an injection pulse PT injection pulse PL and the second half in the first half, respectively.

[0063] Moreover, at step S8, the idle rpm control by the ISC bulb 20 is performed. As mentioned above, this control is performed in order to maintain idle rpm to a target rotational frequency to an operation of the external load to an engine etc. And if external loads, such as a compressor for air conditioners, should act on now, for example, an engine, in order to maintain idle rpm to a target rotational frequency to an operation of the external load, the control which the above-mentioned ISC bulb 20 is opened [control], or increases the opening is performed, and as sign ** shows to drawing 7, thereby, the inhalation air content to a combustion chamber 4 increases from the

bypass path 19. Moreover, at this time, as an air-fuel ratio is shown in drawing 7 by sign ** in an operation of the feedback control held to theoretical air fuel ratio, the quantity of fuel oil consumption is also increased.

[0064] Furthermore, in step S9, a correction control of ignition timing for holding the combustion temperature under learning control uniformly is performed. Although combustion temperature will rise when an external load acts on an engine as mentioned above, for example and the quantity of an inhalation air content and fuel oil consumption is increased in connection with this, this control offsets elevation of this combustion temperature, and in order to hold this combustion temperature almost uniformly, it rectifies ignition timing to a retard side.

[0065] That is, as shown in drawing 8, when the retard of the ignition timing is carried out to an engine, there is an inclination that the highest combustion temperature falls. Then, so that the retard of the ignition timing may be carried out according to increase of the inhalation air content accompanied by a control of the ISC bulb 20 at the time of an operation of an external load, or increase. For example, ignition timing is read in the map beforehand set up as shown in drawing 8. Moreover, the amount of retard according to water temperature is read in the map shown in drawing 9, ignition timing by which retard was carried out according to the inhalation air content and water temperature at that time is calculated, and an ignition plug 5 is made to light drawing 7 in this ignition timing that carried out retard correction, as sign ** shows.

[0066] By this, elevation of the combustion temperature accompanied by increase of an external load will be offset by retard correction of ignition timing, and combustion temperature will be maintained by the almost same temperature as operation before of the above-mentioned external load as sign ** shows to drawing 7. In addition, when an external load is canceled, ignition timing is returned to a reference point fire stage side.

[0067] and next, at step S10 on the above feedback control and the data about split injection, and a concrete target The pulse width of the split injection pulses PL and PT rectified in order to control an air-fuel ratio to theoretical air fuel ratio. The amount of the propellant which is computed based on the inhalation air content which the signal from an intake air flow sensor 15 shows and which was injected in fact is sampled. further at step S11 By dividing the average of two or more sampling data of the above-mentioned injection quantity by 2, the fuel oil consumption corresponding to the pulse width of the split injection pulses PL and PT is computed.

[0068] By this, even if there is comparatively much total injection quantity, it turns into that the injection quantity of each split injection is little, and it will be asked for the correspondence relation of the pulse width in the minute pulse width field P2 and the injection quantity which are shown in drawing 11.

[0069] And since the control held to combustion-temperature regularity irrespective of an operation of an external load by correction control of ignition timing is performed as mentioned above in case of learning of the injection property in the minute pulse width field P2 especially by this split injection, incorrect learning by combustion temperature changing will be avoided. That is, although the injection quantity to the same pulse width will not be fixed when the temperature of an injector point also changes and the path area of the propellant at the time of valve opening changes as mentioned above if combustion temperature changes. As mentioned above, during a learning control, by holding combustion temperature uniformly, the same injection quantity will be obtained to the same pulse width, and accurate learning data will be extracted.

[0070] And the injection property of each injector 6 in the minute pulse width field obtained as mentioned above will set an air-fuel ratio as *****, and will be reflected at the time of stratification combustion operation in the low load low rotation field which performs fuel injection at the time of a compression stroke, and the fuel control at the time of this stratification combustion operation will be performed with a sufficient precision.

[0071] In addition, like the gestalt of this operation, when split ratio of an injection pulse is made into 50% : 50%, since it becomes the injection-quantity region where two divided injection pulses are the same, the injection property in the concerned minute pulse width field will be searched for with a sufficient precision.

[0072] Moreover, since it was made to output the injection pulse PT in the first half of the first half of an intake stroke, and a compression stroke, respectively, first half injection pulse PL of split injection, and the second half As shown in drawing 4, both injections of cylinder internal pressure are almost equal, and moreover, a time interval will be performed [therefore] in the comparatively long status. as mentioned above Both injections will be performed on the same conditions about cylinder internal pressure and needle valve temperature, and accurate learning data will be obtained.

[0073] moreover, the gestalt of this operation -- coming out -- since it was made to perform a learning control at the time of the idle in the warming-up status or the half-warming-up status, it is in the status by which fuel oil consumption was stabilized few, learning data will be extracted in the status that the time interval during each injection moreover becomes long, and accurate data will be extracted

[0074] In addition, each split injection may be performed into an intake stroke, vaporization atomization of a propellant will fully be performed in this case at the time of the learning control in the field with comparatively much fuel oil consumption, and learning data will be extracted under the good combustion status.

[0075] Furthermore, with the gestalt of this operation, since correction of ignition timing is performed within fixed limits centered on the reference point fire stage further set to the retard side from MBT by the side of the retard of the maximum torque occurrence stage, i.e., the field with least change of idle rpm, accurate learning data will be

obtained.

[0076] In addition, it is fixed within the limits which contains the maximum torque occurrence stage about the domain of correction of ignition timing, and if it is made to carry out focusing on the reference point fire stage set to the retard side of the stage, since this domain is a domain in which the change of combustion temperature to change of ignition timing appears comparatively sensitively, combustion temperature can be controlled with a pertinently and sufficient precision by control of ignition timing, as a result accurate learning data will be extracted.

[0077]

[Effect of the Invention] According to this invention, the ***** operating range which sets an air-fuel ratio as ***** from theoretical air fuel ratio, and is operated is prepared in a low load field as mentioned above. And it sets in the engine with which feedback control which controls an air-fuel ratio by the predetermined operating range to theoretical air fuel ratio or the value near this based on the signal from O2 sensor is performed. While the correspondence relation between the pulse width in the minute pulse width field of an injector and the injection quantity is learned by performing split injection which divides fuel injection into multiple times and performs it during execution of the above-mentioned feedback control. During the learning control, since combustion temperature was held almost uniformly by correction control of ignition timing, even if an inhalation air content and fuel oil consumption change with operations of an external load etc. between them, combustion temperature will be held uniformly, and the same injection quantity will be obtained to the same pulse width. By this, the injection property in the above-mentioned minute pulse width field of the concerned injector will be grasped with a sufficient precision, and a fuel control will be performed with a sufficient precision by controlling the injection quantity of an injector based on this property at the time of stratification combustion operation which sets an air-fuel ratio as ***** from theoretical air fuel ratio, and is operated etc.

[0078] In this case, as split injection of the propellant for learning, if for injection to be performed in the first half of an intake stroke and it is made to perform injection in the first half in the second half in the first half of a compression stroke, respectively, the large time interval of each injection by which cylinder internal pressure is almost equal and was moreover divided can be taken, and accurate learning data will be obtained.

[0079] Moreover, if it is made to perform this learning control at the time of the steady operation field in low load low rotation in the status are in the warming-up status or the half-warming-up status, especially a unladen idle, much more accurate learning data will be extracted.

[0080] Furthermore, a correction control of ignition timing is performed in the field with least [if it carries out by being fixed within the limits centered on the reference point fire stage which set correction of the above-mentioned ignition timing to the retard side further from MBT by the side of the retard of the maximum torque occurrence stage] rotation change at the time of an idle. If it carries out focusing on the reference point fire stage which is fixed within the limits which a learning control will be performed under the combustion temperature stabilized much more, and contains the maximum torque occurrence stage, and was set to the retard side of the stage. Combustion temperature can be controlled with a much more pertinently and sufficient precision by correction of this ignition timing, and the same accurate learning data will be obtained.

[0081] Moreover, if it is made to perform each split injection into an intake stroke, at the time of the learning control in the field with comparatively much fuel oil consumption, vaporization atomization of a propellant will fully be performed and learning data will be extracted under the good combustion status.

[0082] And by grasping the injection property in the minute pulse width field of an injector with a sufficient precision as mentioned above, the fuel control at the time of stratification combustion operation in the status ***** in an air-fuel ratio will be performed with a sufficient precision, and a mpg performance will improve much more.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the control-system view of the engine concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the outline plan of this engine.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the configuration of the important section of a control unit.

[Drawing 4] It is drawing showing the stage of split injection.

[Drawing 5] It is drawing showing the domain of a correction control of ignition timing.

[Drawing 6] It is the flow chart which shows an operation of the learning control of an injection property.

[Drawing 7] It is the timing diagram which shows change of each data at the time of the external load operation under learning control.

[Drawing 8] It is drawing showing change of the combustion temperature by retard control of ignition timing.

[Drawing 9] It is the map of the amount of ignition-timing retard to an inhalation air content.

[Drawing 10] It is the map of the water temperature correction factor of the amount of ignition-timing retard.

[Drawing 11] It is drawing showing the injection property of an injector.

[Drawing 12] It is the important section cross section showing the configuration of an injector.

[Description of Notations]

1 Engine
5 Ignition Plug
6 Injector
22 O2 Sensor
50 Control Unit